

和歌山県各地における土壌の酸性度調査

和歌山大学大学院・和歌山県立海南高等学校 山中 隆 男
和歌山大学教育学部 神田 和香子

An Investigation on Acidity of Soil in Wakayama Prefecture

Faculty of Education, Wakayama University · Kainan Senior High School Takao Yamanaka
Faculty of Education, Wakayama University Wakako Kanda

Received October 7, 2002

Acidities of waters contained in soils have been measured at different places in Wakayama prefecture. The results were discussed with a few points of view; location(north, south, seaside, inland), botanical environment, rocky environment, etc. At the four spots fixed, soils have been collected every month for one year and the pH values were discussed relating with monthly rain falls.

Department of Chemistry, Faculty of Education, Wakayama University, Sakaedani 930,
Wakayama City 640-8510, Japan

森林は「地球の肺」「緑のダム」「生物の宝庫」「森が減びるときには文明、文化が減びる」ともいわれ、われわれ生物を育む以外にも、大気浄化機能、土壌の保護作用、保水作用、生物の保護・育成機能、気象緩和機能など地球環境の維持に大きな役割を果たしている。世界の陸地の約30%が森林に覆われており、また、陸上植物の約90%は森林の中に存在している。すなわち、森林は土を養い、生物を育み、気候を安定化させている^{1) a}。

さて、1970年代からヨーロッパや北アメリカで降水のpHが年々低下するとともに、酸性雨による被害が発生し、中部ヨーロッパやアパラチヤ山脈などで著しい森林衰退が生じた²⁾。これは、硫黄酸化物、窒素酸化物、オゾンなどの大気汚染物質が乾性沈着し、直接樹木に影響を及ぼし、樹木の生育を衰えさせると共に、これらの酸性物質が降水に溶解して、 SO_4^{2-} や NO_3^- となった後、樹木や土壌に降下する湿性沈着で土壌を酸性化し、マグネシウム欠乏症や Al^{3+} の溶出を引き起こし、樹木の根を痛めて樹木の生育を衰えさせるのが原因ではないかとみられている^{2), 3) a, 4) a}。

酸性降下物によってわが国にもたらされている H^+ 、硫黄酸化物、窒素酸化物の量はヨーロッパや北アメリカとほぼ同程度である。しかし、酸性雨とみられる森林の被害が顕在化していないのは、わが国の森林の構成種がこれらの地域と異なることもあるが、土壌の違いによるところが大きい。ヨーロッパや北アメリカのように、酸性雨の影響を強く受け、森林の衰退の著しい地域は、土壌は薄く、酸や塩基に対する緩衝力の弱いポドゾル化した土壌が分布している。

一方、わが国の国土は、褐色森林土が大半をしめ、火山灰を母材とした黒ボク土が約6分の1、沖積低地の灰色低地土・グライ土が約10分の1強を占めている^{4) b}。土壌は多少とも火山から放出された火山砕屑物の影響を受け、比較的緩衝力の強い土壌が生成している。火山砕屑物を母材とする黒ボク土は、母材の性質を強く保持していて反応性に富むアルミニウムと粘度鉱物を多く含み、 H^+ を吸収しやすい。しかし、ある限度以上吸収すると、急激に、また多量に Al^{3+} を放出す

るようになる。 Al^{3+} は植物根に対して毒性を示す。多くの土壌では、土壌のpH値が約4.5以下に下がると Al^{3+} の溶出が急激に起こり、土壌水中に Al^{3+} が急増し、そこに生育する植物に悪影響を及ぼすと言われている^{1)b, 2), 4)a, 5)}。欧米では、そのような現象が起こり、植物被害が発生したと報告されている。わが国では、環境庁の第2次酸性雨対策調査結果（環境庁, 1994）によると、降雨のpH値は全国平均でpH4.8、最低地点の平均値がpH4.5であった^{4)c}。しかし、今のところそのような被害はほとんど確認されていない。従って、酸性雨に対する土壌の耐性は、土壌の酸中和能力とアルミニウム放出能力の両者によって決定される。つまり、酸中和能力の高い土壌であっても Al^{3+} を放出しやすい土壌は、酸性雨に対する耐性は大きくないといえる。土壌は酸性雨に対してある程度までは抵抗して土壌酸性化をくい止めているが、酸性物質の土壌への負荷量がある限度を超えると、植物が生育できない土壌になってしまう^{2), 6)}。

西南日本の平野部、台地、丘陵地、山麓地域に分布する赤黄色土は酸性雨に対する耐性は小さく^{2), 7)}、今後、現在のように発生源からの酸性酸化物質の排出が続き、中国大陸からの酸性化物質の飛来量が増している現状を考えると、近い将来には、土壌が酸性化するとともに Al^{3+} が多量に溶出し、わが国の森林へ明らかな影響が現れると推測されている^{2), 7)}。ちなみに、和歌山県の土壌分布は、海岸線周辺部は赤黄色土、内陸部は褐色森林土（黄褐色森林土を含む）である。酸性雨で被害を受けやすい植物の順位は、広葉草木 > 広葉樹 > 針葉樹であり、植物に対する毒性順位は $\text{O}_3 > \text{SO}_3 > \text{SO}_2 > \text{NO}_2 > \text{NO}$ であると言われている^{1)b}。また、ヨーロッパにおいても、現在のレベルの酸性降下物質が添加された場合には、石灰の少ない酸性の土壌では数十年以内に、塩基性飽和度の低下、 Al^{3+} の溶解、土壌のpHが3付近にまで低下すると見込まれていて、森林の衰退が顕著になると予想されている³⁾。

また、アルミニウムはアルツハイマー病の原因物質にあげられ、飲料水中に含まれる Al^{3+} が短時間のうちに脳に蓄積されるという⁸⁾。土壌が酸性化することによって、土壌が溶解する Al^{3+} が増加すれば、飲料水を通してアルミニウムが摂取されやすくなり、直接人体に影響する可能性もあり、これまで考えられている以上に我々の生活そのものを脅かす可能性を秘めている^{3)b}。

近年、色々な環境問題が深刻になりつつあるなか、理科教育においても、環境問題を扱った教材を授業の中に取り入れることの重要性が増してきている。身のまわりの環境問題をとらえて、自然の大切さと環境破壊の現状を生徒の心に響くように教えて行きたい。

先に、和歌山県内での酸性雨のpH値や酸性雨の起こるメカニズムについて調査してきた^{9), 10)}。しかし、雨の降りそぐ土壌のpH値について調査したことはなかった。これらのデータを活かして「身近な和歌山県における環境教育の教材化」に取り組んでみたいと思った。

そのための準備として今回、和歌山県各地の自然林、人工林（杉・檜など）、伐採した後の山、国立公園、県立公園などの土を試料として、pH値を測定した。実験方法及びこれまでに得られた結果を発表する。

土壌のpH値測定方法^{(11), (12)}

①試料は地面の表層 2 cm～20cmから採取した。試料の袋に、場所、日時、天候、植物環境を付記した。石や植物の根などを取り除いた採取土壌約200 g～300 gを精秤した。②電気乾燥器を用いて、105℃ で約 5 時間、一定質量になるまで試料を乾燥した。③乾燥後、速やかに精秤し、試料の減水分を測定した。④乾燥した土壌を 2 mmの金網でふるいにかけた。⑤この試料を20.00 g 精秤し、コニカルビーカーに移した。⑥市販の蒸留水50mlを、気泡を立てないように静かに試料の中に注いだ。（土：蒸留水＝2：5の質量比になるようにした。）⑦コニカルビーカーの口にパラフィルムをかぶせ、1時間攪拌した。⑧攪拌後1時間放置し、試料水を静かに数回ガラス棒で攪拌して、pHメーターを用いてpH 値を測定した。

場所の選定

2001年5月から2002年4月までの期間内に、高野町・かつらぎ町・粉河町・和歌山市・野上町・吉備町・金屋町・清水町・由良町・川辺町・御坊市・龍神村・南部町・白浜町・すさみ町・串本町・古座川町における和歌山県の北部から南部までのほぼ全域土壌を採取した。場所の選定については、紀北と紀南・海岸部と内陸部・低地と高地の高度差・樹林の差異・森林と裸地・同地点での異なる採取場所による比較・母岩との関係・植物比較等を考慮した。また、先に行った和歌山市・吉備町・清水町での酸性雨調査との関連性を探るために、和歌山市栄谷（和歌山大学）、吉備町垣倉、吉備町吉見、清水町清水（清水分校）の4地点を設定して毎月1回土壌を採取し、上記と同期間定点観測した。吉備町については比較的交通量の多い地点（垣倉）と交通量の少ない山間の地点（吉見）を選んだ。

実験結果と考察

(1) 和歌山県各地の土壌の酸性度測定結果

県下で採取した土壌のpH地を表1～表7にまとめた。和歌山県各地全試料（33個）の平均pH値は表5より、4.96であった。しかし、突出した塩基性の由良町白崎のpH値（表4）を除外した試料32個のpH値は4.86であった。文献によると、森林土壌のうちで最も広く分布する褐色森林土や黒ボク土は、土壌pH値が4.5～5.5の範囲内に入るものが多い⁽¹³⁾。和歌山県の土壌は、海岸線周辺は赤黄色土、内陸部は褐色森林土である。従って、今回の平均pH値はその範囲内の値であった。最低pH値は表2中の吉備町垣倉愛宕山の3.98で、平均値より0.98低く、全試料中で4.00以下の値はこれ以外になかった。一方、最高pH値は表4中の石灰岩地帯の由良町白崎の8.83で、平均値より3.87高かった。

(2) 紀北と紀南の比較

表1及び表3より、紀北地域の平均pH値（4.70）は、紀南地域の平均pH値（4.91）より低い

傾向を示した。また、表2より、紀中地域の平均pH値は紀北と紀南の間の値を示した。これは、紀北にいくほど人間活動が活発で、自動車や第2次産業の工場などの影響が大きいと考えられる。これにたいし、紀南地域は、紀北地域より森林資源に恵まれ、人間活動による影響がより小さいと考えられる。また、年平均降水量は紀南地域の方が多く、降水による影響がより大きいと考えられる。

表6及び表7では、海岸部と山間部の地域に分けて比較した。海岸部の平均pH値を紀北地域(4.47)と紀南地域(4.91)で比較すると、紀北地域は紀南地域より0.44低かった。紀中地域の平均pH値は紀北と紀南の間の値を示した。

山間部の平均pH値を、同様に紀北地域(4.76)と紀南地域(4.92)で比較すると、紀北地域は紀南地域より0.16低かった。紀中地域の平均pH値(4.97)は紀南地域より高かった。山間部においては海岸部のように明確な差は見られなかったが、紀北地域は紀中地域や紀南地域より低い傾向は同様である。

(3) 森林地土壌と裸地のpH値

森林地土壌と裸地(植物などで地表が覆い隠されていない土地をさす)のpH値を表8に示し

表1 紀北地域pH値

地 名	平均pH値	
葛 城 山	4.70	
粉河ハイランド	4.75	
高野山女人堂	4.69	
高野山三本杉	4.90	
和歌山市栄谷	4.47	紀北地方平均
		4.70

表3 紀南地域pH値

白 浜 町 平	4.35	
すさみ町江住	4.99	
串本町有田	5.35	
串本町潮岬	4.68	
同町潮岬灯台	5.26	
同 町 大 島	4.83	
古座川町相瀬	5.27	
同 町 月 野 瀬	4.57	紀南地方平均
		4.91

表2 紀中地域pH値

吉 備 町 吉 見	4.45	
同 町 愛 宕 岩	3.98	
吉備町吉見裸地	4.92	
生石高原頂上	4.97	
同高原無線塔	6.14	
同中腹野上町	4.26	
同中腹清水町	5.13	
清 水 町 清 水	4.77	
護摩壇山清水	5.32	
護 摩 壇 山 頂	5.04	
護摩壇山龍神	5.00	
龍 神 村 西	5.26	
川 辺 町 和 佐	4.87	
由良町戸津井	5.05	
同町戸津井1	4.33	
同町戸津井2	4.38	
同 町 白 崎 1	4.81	
御 坊 市 名 田	4.74	紀中地方平均
南 部 町 岩 代	5.20	4.88

表4 石灰岩地帯pH値

地 名	平均pH値
由良町白崎	8.83

表5 全試料の平均値

全 試 料	平均pH値	4.96
白崎以外全部	平均pH値	4.86

表6 海岸部pH値

地 名	平均pH値	
和歌山市栄谷	4.47	紀北海岸部
		4.47
吉備町吉見	4.45	
同町愛宕山	3.98	
吉備町吉見裸地	4.92	
川辺町和佐	4.87	
由良町戸津井	5.05	
同町戸津井1	4.33	
同町戸津井2	4.38	
同町白崎1	4.81	
御坊市名田	4.74	紀中海岸部
南部町岩代	5.20	4.67
白浜町平	4.35	
すさみ町江住	4.99	
串本町有田	5.35	
串本町潮岬	4.68	
同町潮岬灯台	5.26	紀南海岸部
同町大島	4.83	4.91

表7 山間部pH値

地 名	平均pH値	
葛城山	4.70	
粉河ハイランド	4.75	
高野山女人堂	4.69	紀北山間部
高野山三本杉	4.90	4.76
生石高原頂上	4.97	
同中腹野上町	4.26	
同中腹清水町	5.13	
清水町清水	4.77	
護摩壇山清水	5.32	
護摩壇山頂	5.04	
護摩壇山龍神	5.00	紀中山間部
龍神村西	5.26	4.97
古座川町相瀬	5.27	紀南山間部
同町月野瀬	4.57	4.92
同高原無線塔	6.14	例外
		例外以外平均
		4.90

表8 森林土壌と裸地土壌のpH値

森林地	愛宕山	生石高原 野上	戸津井1	平	吉見	栄谷	潮岬	女人堂	葛城山
pH値	3.98	4.26	4.33	4.35	4.45	4.47	4.68	4.69	4.70
	粉河	清水	和佐	江住	戸津井	潮岬灯台	相瀬	護摩壇山 清水	
pH値	4.75	4.77	4.87	4.99	5.05	5.26	5.27	5.32	
								平均pH値	4.72
裸地	戸津井2	名田	白崎1	大島	三本杉	護摩壇山 龍神	生石高原 清水		
pH値	4.38	4.74	4.81	4.83	4.90	5.00	5.13		
	岩代	西	串本有田						
pH値	5.20	5.26	5.35						
								平均pH値	4.96

た。場所により値はばらつきが見られるが、平均を取ると、森林の方が裸地より低い値となった。

(4) 同地点での異なる採取場所による比較

高野山、生石高原、護摩壇山では、少しずつ場所を変えて採取した。その結果を例1、例2に示した。

高野山では、異なる2地点で土を採取した。高野山の女人堂付近は、高野槇や栂の大木が生い茂る深い雑木林で試料を採取した。三本杉では杉の森林中の裸地から採取した。pH値は女人堂

例 1	高野山女人堂	高野山三本杉
pH値	4.69	4.90

の自然保護林のほうが0.21低かった。

生石高原では、4地点の土を採取した。中腹の野上町側では、杉の森林の中で採取した。同じ中腹の清水町側では、雑木林の裸地から採取した。頂上付近は、ススキ原の中の裸地で採取した。無線塔付近では、取り付け道路の近くの草むらから採取した。裸地のpH値は約5程度であるのに対し、野上町側の森林は、このグループの中では最低値であった。無線塔付近については、冬の凍結防止剤や、かつて、ススキの原を焼いた灰の影響のためか極端に高い値を示した。一般に、二酸化硫黄ガスや硫酸の微粒子などが植物体表面に吸着され、それが雨水で洗い出されて森林内に到達する酸性物質の量は、裸地に降ってくる雨水中より多くなる。その量はスギやトウヒのような針葉樹林のほうが、クヌギやブナのような広葉樹林より2～3倍も多いという結果もある²⁾。

例 2	生石高原中腹野上町側	同中腹清水町側	同頂上	同無線塔
pH値	4.26	5.13	4.97	6.14

(5) 母岩との関係

土壌のpH値と母岩との関係を、由良町戸津井、由良町白崎、串本町潮岬、古座川町相瀬の測定結果を例3～例6に示した。

由良町戸津井では、3地点で採取した。由良町戸津井1地点では、鍾乳洞から約50mぐらい離れたウバメガシの茂る雑木林で採取した。戸津井2地点では、鍾乳洞から数100m離れた裸地を採取した。戸津井地点では、鍾乳洞のすぐ近くの、ウバメガシの茂る雑木林の石灰岩地帯で採取した。特徴としては、鍾乳洞付近は他の2地点と比較して約0.7高かった。これは石灰岩の主成分である炭酸カルシウムの影響と考えられる。また、鍾乳洞から少し隔たると、石灰岩の影響は減少することがわかった。

例 3	由良町戸津井1	戸津井2	戸津井
pH値	4.33	4.38	5.05

由良町白崎では、石灰岩地帯から500mぐらい離れた地点の切り取られた斜面と白い石灰岩地帯のむき出しの岩山の2地点で採取した。2地点の差は、4.02であり戸津井以上にその差が顕著にあらわれた。この差は、由良町戸津井と同様に炭酸カルシウムの影響であると考えられる。

例 4 由良町白崎1 白 崎

pH値 4.81 8.83

串本町潮岬では、常緑雑木林で、数km離れた異なる2地点で採取した。潮岬灯台の方が0.58高かった。潮岬灯台付近は太古の昔に塩基性の玄武岩質マグマが噴出した地点であると言われており、このため、高くなったと推察される。

例 5 串本町潮岬 潮岬灯台

pH値 4.68 5.26

古座川町相瀬では杉林で採取した。月野瀬では傾斜地の草原で採取した。相瀬の方が月野瀬より0.70高い値であった。古座川町相瀬や月野瀬付近でも太古の昔にマグマが噴出したと言われており、特に相瀬には、マグマの噴出でできた有名な一枚岩が古座川の東側にそびえ立っている。相瀬は塩基性の玄武岩質マグマからできた土壌の影響がより大きいために、月野瀬より高くなったと推察できる。

例 6 月野瀬 古座川町相瀬

pH値 4.57 5.27

(6) 土壌の深さとpHの関係

新土の土壌の深さとpHの関係を調べるために、新設道路の工事で斜面を切り取っている場所の土壌を取りpHを測定した。その結果を表9に示した。

この測定では、地表の土壌は酸性であるのに対し、地上からの深さ約100cmの所ではほぼ中性であることがわかった。測定したのは1地点のみであるが、地表に存在する酸性成分は、地中に浸透するにつれ、中和される様子が観測された。日本の土壌の中和能力あるいは緩衝能力を示す一例と考えられる。参考として、和歌山県農業試験場の平田 滋氏の調査でも測定値は同様の結果が得られたという、お話をうかがった。

表9 土壌の深さとpHの比較（金屋町中工事現場（2002. 02. 13採取）

地面よりの深さ (cm)	0～10	40～70	100～130	170～200
pH値	4.62	6.30	7.01	6.88

(7) 4 定点の年間にわたるpH値測定結果

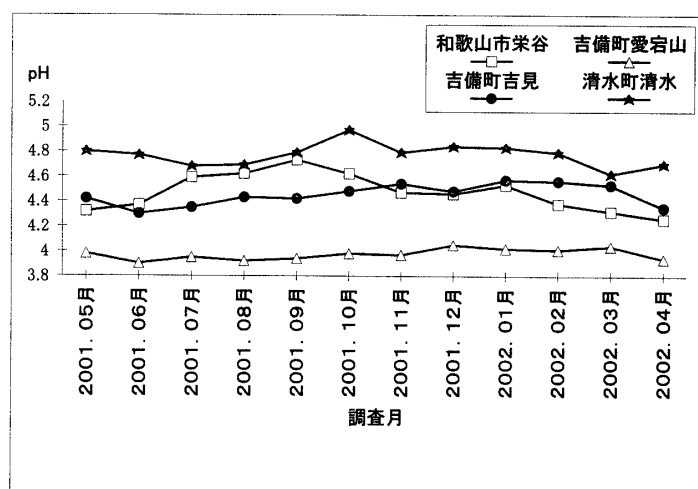


図1. 4 定点のpH値年間推移

4 定点において、1 年間にわたって測定したpH値を図1に示した。

清水町清水（有田中央高校清水分校）の定点の年平均pH値は4.77で一番高かった。吉備町垣倉愛宕山の定点の年平均pH値は3.98で一番低かった。

和歌山市栄谷（和歌山大学北側の雑木林）の年平均pH値は4.47で、それらの中間であった。

5月、6月は年平均値より低かった（約4.3）が、7月から10月の間は平均値より高くなり（4.59～4.73）、11月から翌年の1月までは平均値と同程度になり（4.47～4.53）、2月から4月までは再び低下した（4.38～4.26）。

吉備町の吉見と愛宕山の年平均pH値は4.45と3.98であり、約0.5近く異なったが、興味深いのはグラフの折れ線傾向はよく似ており、年間を通してpH値の変動は小さかった。吉見は吉備町の奥まった所に位置し、雑木林と杉と桧が少しあり、交通量は少ない場所である。一方、愛宕山は交通量の多い場所に位置しているが、大きな常緑の樹木が生い茂る雑木林である。このように林の中の土は、木の枝葉で降雨がさえぎられるため、年間を通じて乾燥しており、降水の影響が極端に少なくpH値が一定であったと考えられる。

清水町の定点は山間地の内陸に位置し、交通量は少なく、杉、桧の森林や雑木林が分布している。ここでのpH値の年平均値は4.77であった。5月、6月は年平均値に近く（4.80、4.77）、7月、8月はやや低くなり（4.68、4.69）、9月、10月と高くなり、10月は4.97と最高値を記録した。11月から翌年の4月にかけては、3月を除いて再び年平均値に近くなった（4.70～4.84）。

(8) 4 定点でのpHと月間降水量の関係

栄谷定点のpH値と和歌山市の降水量について、図2及び図3に示した。それによると、9月、10月の降水量は約300mmと突出して多く、pH値も高い値を記録していた。このことから、雨によって土壌のpH値が高くなったと推察できる。11月以降は降水量は減少し、それと共にpH値も低下した。

次に、降水量とpH値の関係を図4において見ると、明らかに降水量の増加にともなってpH値は増大していることがわかった。このことは、地域に存在する塩基性物質がウオッシュアウトによって降水中に含まれ、土壌のpHを高くしたか、あるいは、増大した降水量によって酸性の原因となる物質が希釈されたと推察できる。

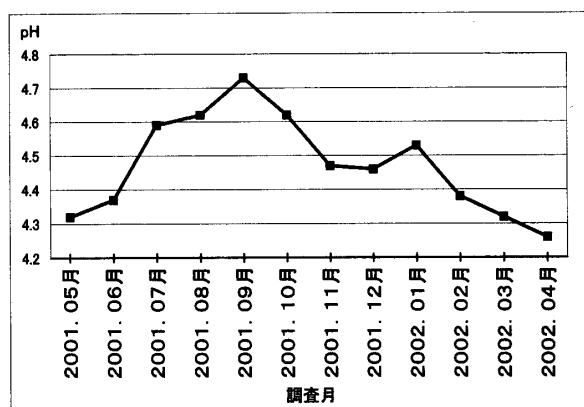


図2. 栄谷pH値と経年変化

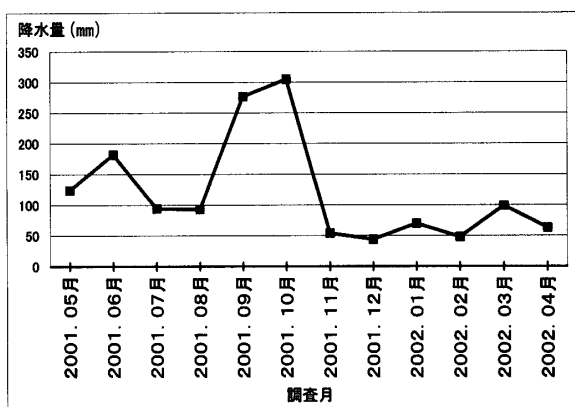


図3. 栄谷降水量と経年変化

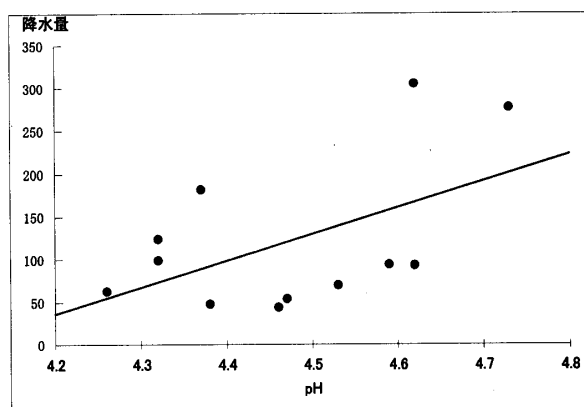


図4. 栄谷pH値と降水量の関係

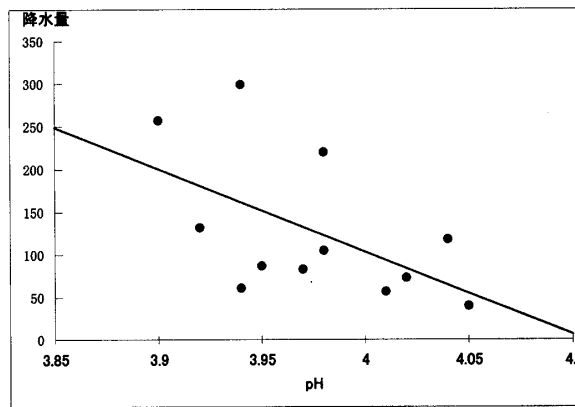


図7. 愛宕山pH値と降水量の関係

吉備町についてはアメダスの月間降水量の測定結果を和歌山气象台で得られなかったもので、近隣の湯浅町の測定値を用いた。垣倉の愛宕山定点のpH値と湯浅町の降水量の間には、図5及び図6では明確な相関関係が認められなかったが、降水量の多かった6月のpH値は最低を記録し

た。この月には集中豪雨があり、その中に多くの酸性物質が含まれていたという可能性を示唆する。一方、12月以降の冬場には降水量が低いにもかかわらずpH値は比較的高かった。

次に、降水量とpH値の関係を図7で見ると、降水量の増加とともにpH値は低下する傾向にある。このことは、地域的に存在する酸性物質が降雨によってウオッシュアウトされる影響よりも、むしろ地球規模で、雲水中に含まれる酸性物質が降雨によってレインアウトされる影響の方が大きかったと考えられる。

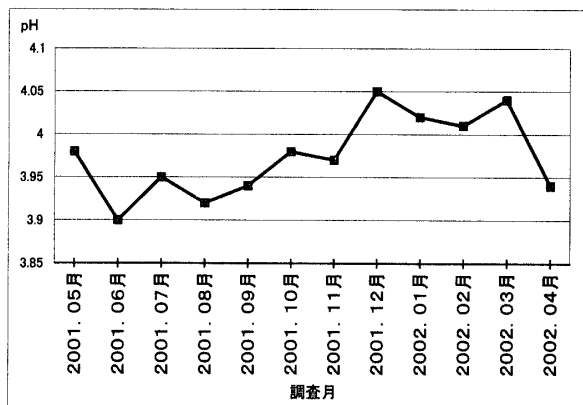


図5. 愛宕山pH値と経年変化

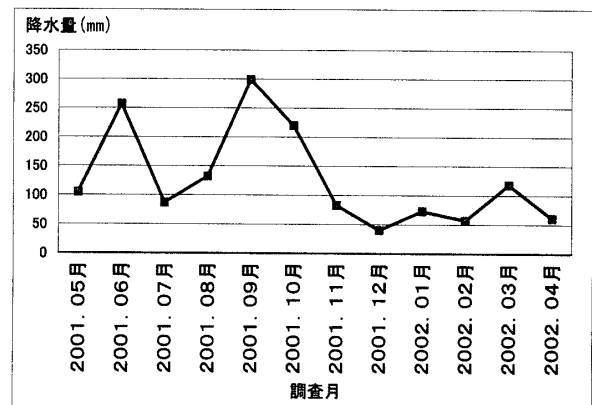


図6. 愛宕山降水量と経年変化

吉備町吉見定点のpH値と湯浅町の降水量、及び清水町清水定点のpH値と清水町の降水量の関係についても同様に調べたが、はっきりした相関関係は見られなかった。

(7)、(8)を総合すると、降水量と3定点のpH関係においては、11月以降から冬期にかけての降水量の少ない期間は、pH値の変化が少なかった。他方、6月から10月にかけては降水量の変化が激しく、土壌のpH値に影響を及ぼしていることがわかった。

(9) 過去の酸性雨測定結果との比較

表10 定点における酸性雨と土壌のpH値の比較

	和歌山市	吉備町垣倉	吉備町吉見	清水町清水
雨水年平均pH値 (平成3. 4. 1～平成4. 3. 30)	4.93	4.78	なし	4.51
土壌年平均pH値 (平成13. 5. ～平成14. 4.)	4.47	3.98	4.45	4.77

今回行った土壌のpH調査は、先に行った酸性雨の調査から約10年の歳月を経過して実施したので、両者の結果を厳密に比較することは困難であるが、降雨よりも、地表の土壌に含まれる水のpH値の方が低い傾向にある。降った雨は地上で濃縮され则认为られる。この傾向は降雨に

さらされ、流されやすい裸地の土地よりも、生い茂る木の枝葉のために降雨が直接とどかない森林中の地面において著しい。又、都市部の和歌山市よりも人口や交通量の少ない地域の方が、降雨及び土壌が酸性になりやすい傾向を示している。これは先に報告したように、都市部の方が酸性雨を中和する人口的な塩基性物質 Ca^{2+} などが多く存在するためであると考えられる¹¹⁾。従って将来、土壌の緩衝作用の弱い地域や、和歌山市と清水町の比較例のように、人口や経済活動が少なく、中和するイオンの少ない、自然環境に恵まれた山間地域や紀南地域において森林の衰退がより急速に起きてくる可能性が考えられる。今わが国の森林には、硝酸塩やアンモニウム塩を多く含む酸性降下物が降り注ぎ、森林の適正な生長に必要な量以上の窒素分が土壌に供給されている。このため、土壌にある窒素分は普通は植物に吸収されて水溶性硝酸塩濃度は低くなっているが、吸収しきれなくなって硝酸塩濃度が高くなる窒素飽和という現象が起こり始めている。窒素分の過剰な供給は生態系に悪影響を与え、森林が衰退すると窒素分の吸収量が減少するので、この現象はさらに増幅されるという悪循環が生じる¹⁴⁾。

近年、全国の土壌のやせた山に生育している松山が急速に消滅している現状をだぶらせてみると、とりわけ、自然環境に恵まれた和歌山県においても安閑とはしてられない状況であると思われる。

まとめ

今回得られた結果を次のようにまとめた。

1. 地域によって差が見られた。紀北は紀南より低かった。海岸部は山間部より低かった。
2. 植物による環境の影響が見られた。森林の地表の方が裸地の地表より低かった。
3. 母岩による影響が見られた。石灰岩の地域は非常に高かった。塩基性玄武岩の地域は周辺より少し高かった。
4. 深さによって差が見られた。地表の方が1～2 m深いところより低かった。
5. 定点観測より、土壌のpH値は降雨量と相関していた地点がある一方、はっきりした相関関係が認められない地点もあった。
6. 過去の酸性雨の測定結果と比較すると、地表水分の方が降雨より低かった。

参考文献

- 1) a. 世良 力：環境科学要論；現状そして未来を考える，東京化学同人，p.169, 1999.,
b. 同 p.154.
- 2) 戸塚 績、他：地球環境と自然保護，培風館，p.p.80～81, 1997.
- 3) a. 岡崎正規、他：環境土壌学；人間の環境としての土壌学，朝倉書店，p.193, 1993., b.
同 p.p.194～195.
- 4) a. 谷山一郎、大塚紘雄：土の自然史；食料・生命・環境，北海道大学図書刊行会，p.p.35

～36, 1998., b. 同 p.37. c. 同 p.189.

- 5) 三宅 博、他：地球環境と自然保護，培風館， p.49, 1997.
- 6) Julian E. Andrews、他：地球環境化学入門，シュプリンガー・フェアラーク東京， p.124, 1997.
- 7) 岡崎正規：酸性雨に対する土壌の耐性，人間環境系研究集報告集G028-N11-01， p.p.132-136, 1990.
- 8) 朝日新聞：体に入ったアルミ，脳に蓄積，1990.12.23.
- 9) 二階 健、大谷一夫、山中隆男：和歌山県衛生公害研究センター年報NO.37 p.p.73～78, 1991.
- 10) 二階 健、大谷一夫、山中隆男、和歌山県衛生公害研究センター年報NO.38 p.p.75～88, 1992.
- 11) 高専土質実験教育研究会編集：改訂版土質実験法鹿島出版会， p.p.73～79, 1999.
- 12) 和歌山県農林水産部土壌測定診断の手引き， p.p. 1～2, p.p. 7～9
- 13) 三輪誠、伊豆田猛、戸塚績：酸性雨による土壌酸性化に伴うアルミニウムの溶出とその樹林に対する影響，生物科学，第48巻，第1号， p.10, 1996
- 14) (社)日本化学会、酸性雨問題研究会編：続 身近な地球環境問題－酸性雨を考える－，コロナ社， p.154, 2002.